

5

10 Aggregat zum Fördern von Kraftstoff zu einer
 Brennkraftmaschine

 Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Aggregat zum Fördern von
 Kraftstoff nach der Gattung des Hauptanspruchs.
 Es ist schon eine Rollenzellenpumpe aus der DE 28 35 457 C2
 bekannt, bei der sich eine aus Ellipsenabschnitten
 zusammengesetzte Formlaufbahn aus zwei unterschiedlichen
20 Gleichungen ergibt. Die aus den Gleichungen erzeugbaren
 Formlaufbahnen sind für verschiedene Rotordurchmesser R_2
 alle mathematisch ähnlich, bezüglich der Funktion des
 Aggregats, beispielsweise der Heißbenzinförderung, des
 Wirkungsgrads und des Verschleißverhaltens, nicht optimal
25 und bei Exzentrizitäten ungleich eins an den Übergängen
 zwischen den Ellipsenhälften unstetig.

 Vorteile der Erfindung

30 Das erfindungsgemäße Aggregat mit den kennzeichnenden
 Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil,
 daß auf einfache Art und Weise eine Verbesserung der
 Funktion des Aggregats erreicht wird, indem ein Verlauf der
 Radien der Ellipsenabschnitte zumindest abschnittsweise
35 einer der in dem Hauptanspruch genannten Gleichungen

- 2 -

entspricht. Durch Veränderung der in den Gleichungen
enthaltenen Parameter, beispielsweise eines Parameters n
und/oder einer Exzentrizität s_1 , kann die Formlaufbahn
abschnittsweise optimal an die im jeweiligen Bereich der
5 Formlaufbahn erforderliche Funktion, beispielsweise das
Erzeugen eines Unterdrucks in einem Ansaugbereich, das
Erzeugen eines Überdrucks in einem Druckbereich, die
Abdichtung in einem Dichtbereich oder das Einstellen eines
konstanten Volumens in einem Umsteuerbereich, angepaßt
10 werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind
vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im
Hauptanspruch angegebenen Förderaggregats möglich.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Radien der
Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind, da auf
diese Weise die Formlaufbahn stetig verläuft und daher keine
hohen Druckschwankungen auftreten, die beim Stand der
20 Technik häufig Kavitation und ein Schwingen der Rollenkörper
hervorrufen. Der Verschleiß der Rollenkörper und der
Rollenlaufbahn werden daher deutlich verbessert.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn die Steigungen der
25 Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind, da auf
diese Weise die Formlaufbahn stetig verläuft und ein Abheben
der Dichtkörper von der Formlaufbahn vermieden wird. Dadurch
werden Druckschwankungen in den Pumpenarbeitsräumen deutlich
verringert.

Sehr vorteilhaft ist es, wenn die Krümmungen der
Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind, da auf
diese Weise die Formlaufbahn stetig verläuft und daher keine
hohen Druckschwankungen in den Pumpenarbeitsräumen
35 auftreten.

- 3 -

5 In einer vorteilhaften Ausführung liegt der Parameter n in einem Umsteuerbereich zwischen größer gleich 1,9 und kleiner gleich 2,1, da auf diese Weise das Volumen der Pumpenarbeitsräume konstant bleibt, so daß keine Druckspitzen auftreten.

10 **Zeichnung**

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden
15 Beschreibung näher erläutert. Fig.1 zeigt ein Aggregat zum Fördern von Kraftstoff, Fig.2 ein Aggregat mit einer erfindungsgemäßen Formlaufbahn und Fig.3 eine erfindungsgemäße Formlaufbahn.

20 **Beschreibung des Ausführungsbeispiels**

Fig.1 zeigt ein erfindungsgemäßes Aggregat zum Fördern von Kraftstoff zu einer Brennkraftmaschine.

25 Das erfindungsgemäße Aggregat hat beispielsweise ein zylinderförmiges Gehäuse 1 mit zumindest einem Eingangskanal 2 und einem Ausgangskanal 3. Der Eingangskanal 2 des Aggregats ist beispielsweise über eine Saugleitung 6 mit einem Vorratsbehälter 7 verbunden, in dem beispielsweise
30 Kraftstoff gespeichert ist. Der Ausgangskanal 3 des Aggregats ist beispielsweise über eine Druckleitung 8 mit einer Brennkraftmaschine 9 verbunden.

- 4 -

Das Aggregat ist beispielsweise eine sogenannte Rollenzellenpumpe oder eine sogenannte Flügelzellenpumpe. Eine Rollenzellenpumpe ist beispielsweise aus der DE 101 15 866 A1 bekannt, wobei deren Inhalt ausdrücklich
5 Teil der Offenbarung dieser Anmeldung sein soll.

Das Gehäuse 1 des Aggregats hat ein Pumpenteil 12 und ein Antriebsteil 13. Das Pumpenteil 12 weist eine Pumpenkammer 14 auf, die beispielsweise zylindrisch ausgebildet ist. In
10 der Pumpenkammer 14 ist ein Rotor 15 drehbar gelagert, wobei der Rotor 15 und die Pumpenkammer 14 exzentrisch zueinander angeordnet sind.

Der Rotor 15 wird von einem im Antriebsteil 13 vorgesehenen Aktor 18, beispielsweise einem Anker eines Elektromotors,
15 über eine Antriebswelle 19 rotierend angetrieben.

Die Pumpenkammer 14 wird begrenzt durch zwei sich in Richtung einer rotationssymmetrischen Achse 20 des Rotors 15
20 gegenüberliegenden Stirnwände, einer ersten, dem Eingangskanal 2 zugewandten Stirnwand 21 und einer zweiten, dem Ausgangskanal 3 zugewandten Stirnwand 22, und in radialer Richtung bezüglich der Achse 20 von einer Ringwand 23.

Die erste Stirnwand 21 ist auf der dem Rotor 15 zugewandten Innenseite eines beispielsweise scheibenförmigen Ansaugdeckels 26 ausgebildet und die zweite Stirnwand 22 auf
25 der dem Rotor 15 zugewandten Innenseite eines beispielsweise scheibenförmigen Druckdeckels 27. Die Ringwand 23 ist beispielsweise an der dem Rotor 15 zugewandten Innenseite eines ringförmigen Zwischendeckels 28 vorgesehen. Die Ringwand 23 kann beispielsweise als Beschichtung einteilig mit dem Zwischendeckel 28 verbunden sein oder als separater
30 Gleitring ausgebildet sein. Der separate Gleitring kann in
35

- 5 -

den ringförmigen Zwischendeckel 28 beispielsweise eingepreßt, eingeklebt, eingeschweißt oder eingeschraubt sein. Der Zwischendeckel 28 ist beispielsweise zwischen dem scheibenförmigen Ansaugdeckel 26 und dem scheibenförmigen Druckdeckel 28 angeordnet. Der Zwischendeckel 28 kann aber auch einteilig mit dem Ansaugdeckel 26 oder dem Druckdeckel 27 verbunden sein. Der Zwischendeckel 28 mit der Ringwand 23 ist beispielsweise exzentrisch zum Rotor 15 angeordnet.

Sowohl der Ansaugdeckel 26 und der Zwischendeckel 28 als auch der Druckdeckel 27 und der Zwischendeckel 28 sind jeweils kraftschlüssig, beispielsweise mittels mehrerer Schrauben, oder formschlüssig miteinander verbunden.

Das Gehäuse 1 weist einen Zylinderabschnitt 31 auf, der auf der dem Pumpenteil 12 zugewandten Stirnseite den Ansaugdeckel 26 und auf der dem Antriebsteil 13 zugewandten Stirnseite einen Anschlußdeckel 32 aufweist. Der Ansaugdeckel 26 und der Anschlußdeckel 32 schließen den Zylinderabschnitt 31 des Gehäuses 1 dicht gegenüber der äußeren Umgebung ab, indem sie beispielsweise in den Zylinderabschnitt 31 eingreifen und mit dem Umfang zumindest abschnittsweise an der Innenseite des Zylinderabschnitts 31 anliegen.

Der Eingangskanal 2 des Gehäuses 1 ist beispielsweise an dem Ansaugdeckel 26 angeordnet und in Strömungsrichtung mit einem Pumpenkammereingang 33 verbunden, der in die Pumpenkammer 14 mündet.

Der Ausgangskanal 3 des Gehäuses 1 ist beispielsweise an dem Anschlußdeckel 32 angeordnet. Der Anschlußdeckel 32 weist beispielsweise auch elektrische Anschlüsselemente 36 zum Kontaktieren des in dem Gehäuse 1 vorgesehenen Aktors 18 auf.

- 6 -

In dem Druckdeckel 27 des Aggregats ist beispielsweise ein Pumpenkammerausgang 34 angeordnet, der die Pumpenkammer 14 mit einem Druckraum 35 des Gehäuses 1 verbindet. Der Pumpenkammerausgang 34 kann aber auch an dem Ansaugdeckel 26 vorgesehen sein. Der Druckraum 35 ist radial durch den Zylinderabschnitt 31 und axial durch den Druckdeckel 27 und den Anschlußdeckel 32 begrenzt. In dem Druckraum 35 ist beispielsweise der Aktor 18 angeordnet, der die Antriebswelle 19 rotierend antreibt. Der Druckdeckel 27 weist einen Antriebswellenkanal 37 auf, den die Antriebswelle 19 bis in die Pumpenkammer 14 durchgreift, um den Rotor 15 rotierend anzutreiben. Die Antriebswelle 19 ist beispielsweise an dem dem Aktor 18 abgewandten Ende in einer Lagerausnehmung 38 des Ansaugdeckels 26 gelagert. Der Druckraum 35 ist zumindest mittelbar über den Ausgangskanal 3 des Gehäuses 1 und die Druckleitung 8 mit der Brennkraftmaschine 9 verbunden.

Der Rotor 15 ist bei einer Rollenzellenpumpe beispielsweise eine zylindrische Nutscheibe. An dem Rotor 15 sind mehrere über den Umfang verteilte Dichtkörper 39 vorgesehen, die bei einer Rollenzellenpumpe beispielsweise als zylindrische Rollen ausgebildet sind. Die Dichtkörper 39 sind beispielsweise in radial verlaufenden Führungsnuten 40 des Rotors 15 angeordnet und werden durch die Fliehkraft bei der Drehung des Rotors 15 an die Ringwand 23 gedrückt und gleiten oder wälzen an der Ringwand 23 entlang. Die Ringwand 23 bildet dabei eine sogenannte Formlaufbahn 24.

Ein Bereich stromauf der Pumpenkammer 14 wird als Saugseite des Aggregats, ein Bereich stromab der Pumpenkammer 14 wird als Druckseite des Aggregats bezeichnet.

- 7 -

Fig.2 zeigt ein Aggregat mit einer erfindungsgemäßen Formlaufbahn.

Bei dem Aggregat nach Fig.2 sind die gegenüber dem Aggregat nach Fig.1 gleichbleibenden oder gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Am Umfang des Rotors 15 sind beispielsweise über den Umfang des Rotors 15 gleichmäßig verteilt mehrere Führungsnuten 40 angeordnet. Die Anzahl der Führungsnuten 40 ist vorzugsweise ungerade. Die Führungsnuten 40 durchgreifen den Rotor 15 in axialer Richtung von einer Stirnseite des Rotors 15 zur anderen Stirnseite. Die Führungsnuten 40 verlaufen vom Außenumfang aus radial nach innen mit zwei beispielsweise parallel zueinander angeordneten Seitenflanken 43 und enden jeweils in einem beispielsweise bogenförmigen Nutgrund 44.

In jeder Führungsnut 40 ist ein Dichtkörper 39 vorgesehen. Der Dichtkörper 39 ist zwischen dem Nutgrund 44 und der Formlaufbahn 24 in Richtung der Seitenflanken 43 beweglich gelagert. Der Abstand der Seitenflanken 43 einer Führungsnut 40 ist beispielsweise nur geringfügig größer als eine Abmessung, beispielsweise der Durchmesser, des Dichtkörpers 39, da die Dichtkörper 39 auf diese Weise in radialer Richtung seitlich geführt sind. Die Dichtkörper 39 werden bei der Rotation des Rotors 15 in Richtung Formlaufbahn 24 bewegt und liegen in der Regel an der Formlaufbahn 24 an.

Durch die exzentrische Anordnung des Rotors 15 in der Pumpenkammer 14 gibt es einen Bereich auf der Formlaufbahn 24 mit kleinstem Abstand zwischen dem Rotor 15 und der Formlaufbahn 24, der im Folgenden als Engspalt 45 bezeichnet wird, und einen Bereich auf der Formlaufbahn 24 mit größtem Abstand zwischen dem Rotor 15 und der Formlaufbahn 24, der im Folgenden Weitspalt 46 genannt wird.

- 8 -

Durch die exzentrische Anordnung des Rotors 15 in der Pumpenkammer 14 ergibt sich zwischen der Formlaufbahn 24 und dem Rotor 15 ein sichelförmiger Spalt 48, der durch die Dichtkörper 39 in mehrere voneinander getrennte sichelförmige Spalträume 49 geteilt wird. Die Anzahl der Spalträume 49 entspricht der Anzahl der Dichtkörper 39.

Bei der Drehung des Rotors 15 werden die Dichtkörper 39 an die Formlaufbahn 24 und jeweils an die in Drehrichtung gesehen nacheilende Seitenflanke 43 der jeweiligen Führungsnut 40 angepreßt, so daß die einzelnen Spalträume 49 gegeneinander abgedichtet sind.

An der bezüglich der Drehrichtung des Rotors 15 vorausseilenden Seitenflanke 43 der jeweiligen Führungsnut 40 ist beispielsweise zumindest eine Ausgleichstasche 51 angeordnet, die von einer Stirnseite des Rotors 15 aus axial und radial nach innen verläuft.

Der von den Seitenflanken 43, dem Nutgrund 44 und dem Dichtkörper 39 einer Führungsnut 40 eingegrenzte Raum bildet einen Nutraum 54, der jeweils über die zugehörige Ausgleichstasche 51 mit dem benachbarten bezüglich der Drehrichtung des Rotors 15 vorausseilenden Spaltraum 49 verbunden ist. Der Nutraum 54, die Ausgleichstasche 51 und der Spaltraum 49 bilden einen Pumpenarbeitsraum 50.

Der Pumpenkammereingang 33 und/oder der Pumpenkammerausgang 34 sind beispielsweise als nierenförmige Nut ausgebildet. Der Pumpenkammereingang 33 weist beispielsweise drei nierenförmige Eingangsnuten auf, wobei beispielsweise zwei innere Eingangsnuten 55 im Bereich des Nutraums 54 radial außerhalb des Nutgrunds 44 und eine äußere Eingangsnut 56

- 9 -

beispielsweise radial im Bereich der Ringwand 23 vorgesehen sind.

Der Pumpenkammereingang 33 ist beispielsweise derart
angeordnet, daß jeder Pumpenarbeitsraum 50 bei der Drehung
des Rotors 15 zeitweise mit dem Pumpenkammereingang 33 durch
Überlappung strömungsverbunden ist und Flüssigkeit über den
Eingangskanal 2 und den Pumpenkammereingang 33 in den
jeweiligen Pumpenarbeitsraum 50 einströmt.

Der Pumpenkammerausgang 34 weist beispielsweise zumindest
eine Ausgangsnut 57 auf, die beispielsweise im Bereich des
Nutraums 54 radial außerhalb des Nutgrunds 44 und mit
Abstand in Umfangsrichtung zu den Eingangsnuten 55,56
angeordnet ist. Der Pumpenkammerausgang 34 ist
beispielsweise derart angeordnet, daß jeder
Pumpenarbeitsraum 50 bei der Drehung des Rotors 15 zeitweise
mit dem Pumpenkammerausgang 34 durch Überlappung
strömungsverbunden ist und Flüssigkeit aus dem jeweiligen
Pumpenarbeitsraum 50 in den Pumpenkammerausgang 34 strömt.

Die Formlaufbahn 24 besteht aus einem Ansaugbereich 58,
einem Umsteuerbereich 59, einem Druckbereich 60 und einem
Dichtbereich 61. Der Ansaugbereich 58 liegt im Bereich des
Pumpenkammereingangs 33 zwischen dem Engspalt 45 und dem
Weitspalt 46, der Umsteuerbereich 59 im Bereich des
Weitspalts 46 zwischen dem Pumpenkammereingang 33 und dem
Pumpenkammerausgang 34, der Druckbereich 60 im Bereich des
Pumpenkammerausgangs 34 und der Dichtbereich 61 im Bereich
des Engspalts 45.

Im Ansaugbereich 58 vergrößert sich die Spaltbreite des
Spalts 48 vom Engspalt 45 ausgehend in Drehrichtung des
Rotors 15 bis zum Weitspalt 46, so daß sich das Volumen der
einzelnen Pumpenarbeitsräume 50 in Drehrichtung des Rotors

- 10 -

15 gesehen vergrößert und dort ein Unterdruck entsteht.
Sobald sich der Pumpenkammereingang 33 im Ansaugbereich 58
durch die Drehung des Rotors 15 mit einem der
Pumpenarbeitsräume 50 überlappt, ist der Pumpenkammereingang
5 33 zum betreffenden Pumpenarbeitsraum 50 hin geöffnet, so
daß Flüssigkeit in den betreffenden Pumpenarbeitsraum 50
kontinuierlich einströmt. Im Ansaugbereich 58 wird somit
Flüssigkeit in den jeweiligen Pumpenarbeitsraum 50
angesaugt.

10 Das Befüllen des jeweiligen Pumpenarbeitsraums 50 ist
beendet, wenn der Pumpenarbeitsraum 50 durch Weiterdrehen
des Rotors 15 nicht mehr mit dem Pumpenkammereingang 33
verbunden ist. Der Pumpenarbeitsraum 50 ist dann gegenüber
15 der Umgebung abgeschlossen und in den Umsteuerbereich 59
gelangt.

Im Umsteuerbereich 59 ist der Pumpenarbeitsraum 50
geschlossen und dichtet auf diese Weise den
20 Pumpenkammerausgang 34 gegenüber dem Pumpenkammereingang 33
ab. Im Umsteuerbereich 59 ist die Formlaufbahn 24 derart
gestaltet, daß das Volumen des geschlossenen
Pumpenarbeitsraums 50 zumindest annähernd konstant bleibt,
so daß es nicht zu unerwünschten Druckerhöhungen in dem
25 geschlossenen Pumpenarbeitsraum 50 kommt. Eine
Volumenverkleinerung des geschlossenen Pumpenarbeitsraums 50
würde eine Kompression der Flüssigkeit und dadurch eine
Druckerhöhung in dem betreffenden Pumpenarbeitsraum 50
verursachen. Große Druckerhöhungen im geschlossenen
30 Pumpenarbeitsraum 50 führen zu einem starken Schwingen der
Dichtkörper 39, da diese durch den hohen Druck im
geschlossenen Pumpenarbeitsraum 50 zunächst radial nach
innen gedrückt werden, so daß eine Leckage in den jeweils
vorauselenden Pumpenarbeitsraum 50 auftritt, und durch den
35 durch die Leckage verursachten Druckabfall im

- 11 -

Pumpenarbeitsraum 50 schlagartig wieder an die Formlaufbahn 24 gedrückt werden. Durch das Aufschlagen der Dichtkörper 39 auf die Formlaufbahn 24 käme es zu einem hohen Verschleiß an der Formlaufbahn 24 und /oder an den Dichtkörpern 39. Durch das Vermeiden von starken Druckerhöhungen im geschlossenen Pumpenarbeitsraum 50 wird außerdem das Entstehen von sogenannter Kavitation zumindest verringert, die durch das aufgrund eines Unterschreitens des Dampfdrucks der Flüssigkeit bedingte Entstehen von Dampfblasen und das schlagartige Zusammenfallen der Dampfblasen auf der Formlaufbahn 24 oder an Flächen des Rotors 15 ebenfalls Verschleiß an der Formlaufbahn 24 oder am Rotor 15 verursachen kann. Da Kavitation bei Rollenzellenpumpen überwiegend bei Heißbenzin auftritt, ist die Funktion des erfindungsgemäßen Aggregates auch bei Heißbenzin verbessert.

Im Druckbereich 60 wird der jeweilige Pumpenarbeitsraum 50 entleert, indem durch das Verkleinern des Volumens des jeweiligen Pumpenarbeitsraums 50 ein Druck aufgebaut und die Flüssigkeit auf diese Weise aus dem Pumpenarbeitsraum 50 in den Pumpenkammerausgang 34 gedrückt wird. Dies geschieht, sobald sich der Pumpenkammerausgang 34 bei der Drehung des Rotors 15 mit dem jeweiligen Pumpenarbeitsraum 50 überlappt. Der Pumpenkammerausgang 34 ist dann zum betreffenden Pumpenarbeitsraum 50 hin geöffnet.

Der Dichtbereich 61 dichtet den Druckbereich 60 gegenüber dem Ansaugbereich 58 ab, so daß möglichst keine Leckage aus dem Druckbereich 60 in den Ansaugbereich 58 auftritt. Die radiale Spaltweite zwischen Rotor 15 und der Formlaufbahn 24 im Dichtbereich 61 ist möglichst klein und der Dichtbereich 61 möglichst groß auszuführen, damit die Flüssigkeit des jeweiligen Pumpenarbeitsraums 50 möglichst vollständig in Richtung Pumpenkammerausgang 34 entleert wird und nicht als

- 12 -

Leckagestrom über den Engspalt 45 wieder in den Ansaugbereich 58 gelangt.

5 Die Formlaufbahn 24 ist aus mindestens zwei, beispielsweise vier unterschiedlichen Ellipsenabschnitten zusammengesetzt, wobei die Radien, die Steigungen und die Krümmungen der unterschiedlichen Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind.

10 Die Ellipsenabschnitte der Formlaufbahn 24 haben einen gemeinsamen Ellipsenmittelpunkt M_e , der um einen zweifachen Wert der Exzentrizität s_1 von einem Mittelpunkt M des Rotors 15 aus in Richtung einer von dem Weitspalt 46 und dem Engspalt 45 gebildeten Achse verschoben ist.

15 Fig.3 zeigt eine erfindungsgemäße Formlaufbahn.

Bei dem Aggregat nach Fig.3 sind die gegenüber dem Aggregat nach Fig.1 und Fig.2 gleichbleibenden oder gleichwirkenden
20 Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Der Radius des zylindrischen Rotors 15 wird in der Fig.3 mit R_2 und der Radius eines Kreises 64, der durch den Weitspalt 46 und den Engspalt 45 verläuft und einen Mittelpunkt M'
25 aufweist, mit R_1 bezeichnet. Der Mittelpunkt M' ist um die Exzentrizität s_1 gegenüber dem Mittelpunkt M des Rotors 15 in Richtung einer von dem Weitspalt 46 und dem Engspalt 45 gebildeten Achse verschoben.

30 Der Verlauf des in Polarkoordinaten φ ausgedrückten Radius ρ der Ellipsenabschnitte der Formlaufbahn 24 wird erfindungsgemäß nach einer der beiden nachfolgend genannten Gleichungen G11 und G12 berechnet, wobei R_2 der Radius des Rotors 15, n eine variable Potenz und s_1 die Exzentrizität
35 ist:

$$\rho(\varphi) = \frac{R_2 * \sqrt{R_2 + 2s_1}}{\sqrt[n]{R_2^{n/2} * \left(\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right)^n + (R_2 + 2s_1)^{n/2} * \left(\sin\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right)^n}} \quad (\text{Gl } 1)$$

5

$$\rho(\varphi) = \frac{\sqrt{R_2} * (R_2 + 2s_1)}{\sqrt[n]{R_2^{n/2} * (\cos(\varphi))^n + (R_2 + 2s_1)^{n/2} * (\sin(\varphi))^n}} \quad (\text{Gl } 2)$$

10

Der Ursprung des Winkels φ liegt auf der von dem Weitspalt 46 und dem Engspalt 45 gebildeten Achse auf der dem Weitspalt 46 zugewandten Seite, wobei der Winkels φ entgegen dem Uhrzeigersinn verläuft.

15

20

25

Erfindungsgemäß kann die Formlaufbahn 24 durch Veränderung der in den Gleichungen Gl1 und Gl2 enthaltenen Parameter n und s_1 für jeden Ellipsenabschnitt getrennt voneinander hinsichtlich der im jeweiligen Bereich der Formlaufbahn 24 erforderlichen Funktion, beispielsweise das Erzeugen eines Unterdrucks im Ansaugbereich 58, die Vermeidung von Druckerhöhungen und Kavitation im Umsteuerbereich 59, das Erzeugen eines Überdrucks im Druckbereich 60 und die Dichtfunktion im Dichtbereich 61, optimiert werden. Die sich bei Variation der Parameter n und s_1 aus den Gleichungen Gl1 und Gl2 ergebenden Formlaufbahnen 24 sind zumindest teilweise nicht mathematisch ähnlich.

30

Durch Veränderung des Parameters n kann der Radius ρ eines im Dichtbereich 61 angeordneten Ellipsenabschnitts derart angepaßt werden, daß die Formlaufbahn 24 über einen großen Winkelbereich sehr eng mit einem geringen radialen Spaltmaß entlang dem Rotor 15 verläuft. Die Dichtwirkung des

- 14 -

Dichtbereichs 61 ist auf diese Weise sehr gut, so daß der Wirkungsgrad des Aggregats höher ist als beim Stand der Technik.

5 Außerdem kann der Radius p eines im Ansaugbereich 58 angeordneten Ellipsenabschnitts durch Veränderung des Parameters n derart angepaßt werden, daß die Volumenänderung des Pumpenarbeitsraums 50 in Drehrichtung stark zunimmt, so daß ein hoher Unterdruck im Pumpenarbeitsraum 50 und ein
10 großer Spaltraum 49 entsteht. Auf diese Weise werden die Pumpenarbeitsräume 50 in kürzerer Zeit und vollständiger als beim Stand der Technik befüllt.

15 Durch Veränderung des Parameters n und der Exzentrizität s_1 kann der Radius p eines im Umsteuerbereich 59 angeordneten Ellipsenabschnitts derart angepaßt werden, daß das Volumen des geschlossenen Pumpenarbeitsraums 50 über einen bestimmten Winkelbereich annähernd konstant bleibt, so daß entstehende Druckspitzen zumindest verringert werden. Dieser
20 Winkelbereich beträgt beispielsweise 80 Grad bei einem Parameter n von 2,1 und einer Exzentrizität von 1. Durch die zumindest näherungsweise Volumenkonstanz des geschlossenen Pumpenarbeitsraums 50 wird eine unnötige radiale Beschleunigung der Dichtkörper 39 und eine Kavitation
25 vermieden. Die Formlaufbahn 24 wird dadurch weniger stark mechanisch belastet, so daß der Verschleiß verringert und die Lebensdauer der Formlaufbahn 24 erhöht ist. Der Parameter n liegt vorzugsweise im Bereich zwischen größer gleich 1,9 und kleiner gleich 2,1, da in diesem Intervall
30 das Volumen des geschlossenen Pumpenarbeitsraums 50 zumindest annähernd konstant bleibt. Der Parameter n kann aber auch kleiner 1,9 oder größer als 2,1 sein.

35 Durch Veränderung der Exzentrizität s_1 wird auch der Spalt 48 in der Pumpenkammer 14 und damit das Volumen der

- 15 -

Pumpenarbeitsräume 50 verändert. Wird die Exzentrizität s_1 derart verändert, daß der Spalt 48 sich vergrößert, steigt der Volumenstrom, der bei gleicher Drehzahl des Rotors 15 von dem Aggregat gefördert wird. Die Exzentrizität s_1 ist kleiner gleich einem Radius R der Dichtkörper 39 und liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 0,9 und 1,4.

Die Formlaufbahn 24 wird beispielsweise in Quadranten I bis IV aufgeteilt. Ein erster Quadrant I beginnt im Weitspalt 46 und liegt im Winkelbereich von φ zwischen 0 und 90 Grad, ein zweiter Quadrant II im Winkelbereich von φ zwischen 90 und 180 Grad bis zum Engspalt 45, ein dritter Quadrant III im Winkelbereich von φ zwischen 180 und 270 Grad und ein vierter Quadrant IV im Winkelbereich von φ zwischen 270 und 360 Grad.

Die Formlaufbahn 24 kann aus zwei Ellipsenhälften bestehen, wobei beispielsweise der erste Ellipsenabschnitt im ersten Quadranten I und im vierten Quadranten IV und der zweite Ellipsenabschnitt im zweiten Quadranten II und im dritten Quadranten III angeordnet ist. Der Verlauf des Radius des ersten Ellipsenabschnitts berechnet sich bei diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise nach Gleichung G11 und der Verlauf des Radius des zweiten Ellipsenabschnitts nach Gleichung G12.

Die Formlaufbahn 24 kann aber auch drei Ellipsenabschnitte aufweisen, wobei beispielsweise der erste Ellipsenabschnitt über zwei Quadranten verläuft und der zweite Ellipsenabschnitt und der dritte Ellipsenabschnitt jeweils über einen Quadranten verlaufen. Bei diesem Ausführungsbeispiel berechnet sich der Verlauf des Radius des ersten Ellipsenabschnitts und des dritten Ellipsenabschnitts im beispielsweise nach Gleichung G11 und

- 16 -

der Verlauf des Radius des zweiten Ellipsenabschnitts
beispielsweise nach Gleichung G12.

5 Die Formlaufbahn 24 kann auch vier Ellipsenabschnitte haben,
wobei jeweils ein Ellipsenabschnitt einen der Quadranten
I,II,III,IV einnimmt. Bei diesem Ausführungsbeispiel
berechnet sich der Verlauf des Radius des ersten
Ellipsenabschnitts und des vierten Ellipsenabschnitts
beispielsweise nach Gleichung G11 und der Verlauf des Radius
10 des zweiten Ellipsenabschnitts und des dritten
Ellipsenabschnitts beispielsweise nach Gleichung G12.

15 Die Ellipsenabschnitte der Formlaufbahn 24 können
vollständig über einen oder mehrere Quadranten I,II,III,IV
oder nur über einen Teil eines oder mehrerer Quadranten
I,II,III,IV verlaufen. Jeder Ellipsenabschnitt kann mit
einer der beiden Gleichungen G11 und G12 berechnet werden.

5

10 Patentansprüche

1. Aggregat zum Fördern von Kraftstoff zu einer Brennkraftmaschine mit einem exzentrisch in einer Pumpenkammer gelagerten Rotor mit am Umfang angeordneten Führungsnuten, in denen Dichtkörper vorgesehen sind, die in radialer Richtung an einer Formlaufbahn geführt sind, wobei die Formlaufbahn Ellipsenabschnitte aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der in Polarkoordinaten (φ) ausgedrückte Verlauf der Radien (ρ) der Ellipsenabschnitte zumindest abschnittsweise einer der beiden folgenden Gleichungen entspricht, wobei (R_2) der Radius des Rotors (15), n eine variable Potenz und (s_1) die Exzentrizität ist:

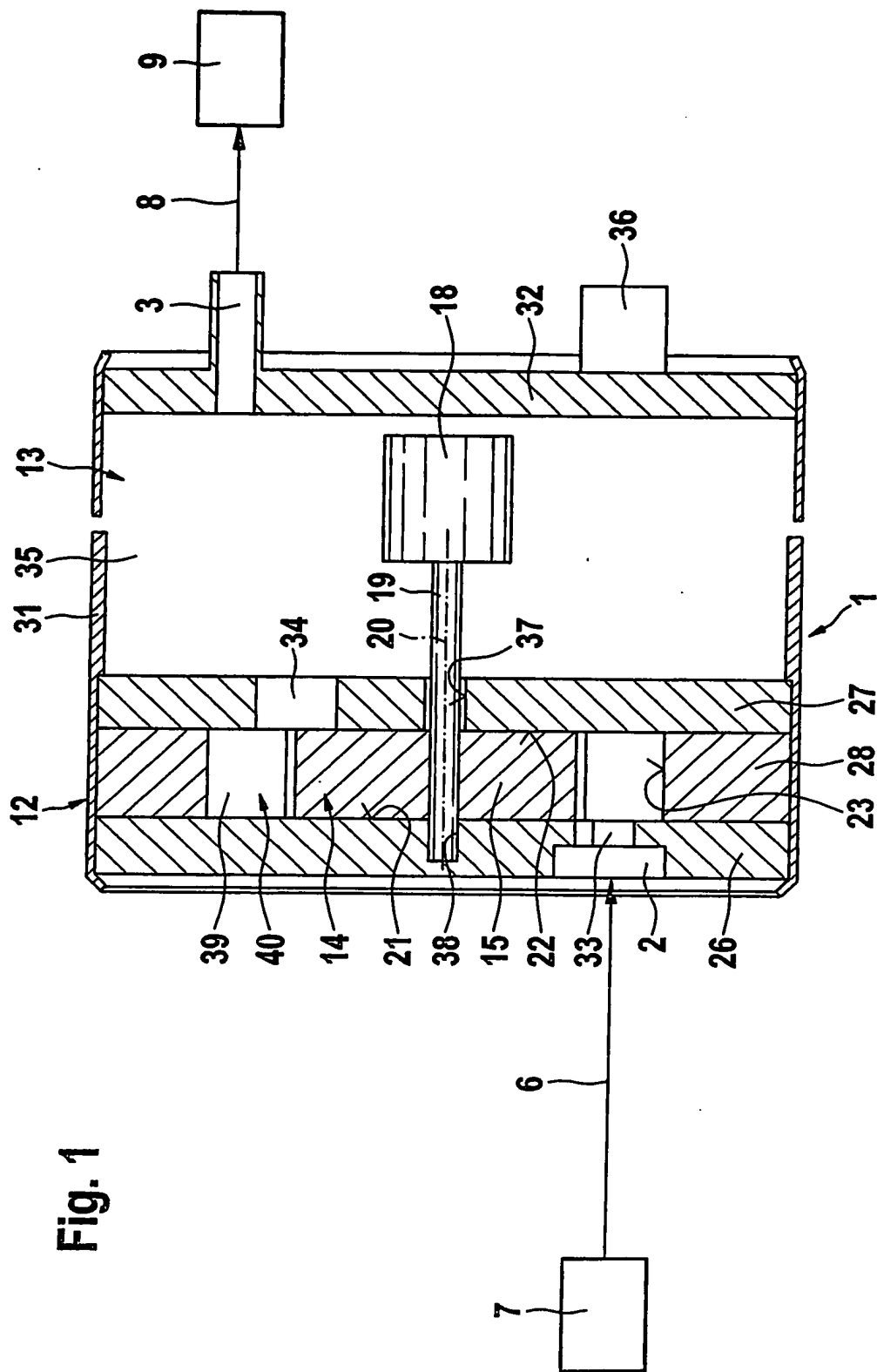
25

$$\rho(\varphi) = \frac{R_2 * \sqrt{R_2 + 2s_1}}{\sqrt[n]{R_2^{n/2} * \left(\left| \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \right|^n + (R_2 + 2s_1)^{n/2} * \left(\left| \sin\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \right|^n \right)}}$$

$$\rho(\varphi) = \frac{\sqrt{R_2} * (R_2 + 2s_1)}{\sqrt[n]{R_2^{n/2} * \left(|\cos(\varphi)|^n + (R_2 + 2s_1)^{n/2} * \left(|\sin(\varphi)|^n \right)}}$$

- 18 -

2. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter n im Bereich zwischen größer gleich 1,9 und kleiner gleich 2,1 liegt.
- 5 3. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Exzentrizität (s_1) kleiner gleich einem Radius (R) der Dichtkörper (39) ist.
- 10 4. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radien (ρ) der unterschiedlichen Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind.
- 15 5. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steigungen der unterschiedlichen Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind.
- 20 6. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmungen der unterschiedlichen Ellipsenabschnitte an den Übergängen gleich sind.
7. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formlaufbahn zwei bis vier Ellipsenabschnitte aufweist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE2004/001257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F04C2/344

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04C F01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 28 35 457 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6 March 1980 (1980-03-06) cited in the application page 13, line 8 - page 18, last line ; figures 1,4	1-7
A	US 4 480 973 A (ISHIZUKA YUTAKA) 6 November 1984 (1984-11-06) abstract; figures 3,11	1-7
A	US 4 737 090 A (SAKAI TAKUO ET AL) 12 April 1988 (1988-04-12) column 4, line 13 - line 60; figure 3	1-7



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 September 2004

Date of mailing of the international search report

23/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Descoubes, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001257

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2835457	A	06-03-1980	DE 2835457 A1	06-03-1980
			GB 2028430 A , B	05-03-1980
			JP 1466968 C	10-11-1988
			JP 55025599 A	23-02-1980
			JP 63016592 B	09-04-1988
			US 4538977 A	03-09-1985
US 4480973	A	06-11-1984	JP 1686786 C	11-08-1992
			JP 3048357 B	24-07-1991
			JP 58010190 A	20-01-1983
US 4737090	A	12-04-1988	JP 62058080 A	13-03-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001257

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F04C2/344

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04C F01C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 28 35 457 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6. März 1980 (1980-03-06) in der Anmeldung erwähnt Seite 13, Zeile 8 - Seite 18, letzte Zeile ; Abbildungen 1,4	1-7
A	US 4 480 973 A (ISHIZUKA YUTAKA) 6. November 1984 (1984-11-06) Zusammenfassung; Abbildungen 3,11	1-7
A	US 4 737 090 A (SAKAI TAKUO ET AL) 12. April 1988 (1988-04-12) Spalte 4, Zeile 13 - Zeile 60; Abbildung 3	1-7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. September 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/09/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Descoubes, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abkürzzeichen

PCT/DE2004/001257

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2835457 A	06-03-1980	DE 2835457 A1	06-03-1980
		GB 2028430 A , B	05-03-1980
		JP 1466968 C	10-11-1988
		JP 55025599 A	23-02-1980
		JP 63016592 B	09-04-1988
		US 4538977 A	03-09-1985
US 4480973 A	06-11-1984	JP 1686786 C	11-08-1992
		JP 3048357 B	24-07-1991
		JP 58010190 A	20-01-1983
US 4737090 A	12-04-1988	JP 62058080 A	13-03-1987